Aus der Chirurgischen Klinik A der Universität Düsseldorf
Direktor: Prof. Dr. Karl Kremer

Ultraschall-Doppler-Sonographie als Grundlagendiagnostik für rekonstruktive Chirurgie an den hirnversorgenden Arterien. Erster Erfahrungsbericht

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
Der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von
Franziska Raff

1983

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543926_0084

Aus der Chirurgischen Klinik A der Universität Düsseldorf
Direktor: Prof. Dr. Karl Kremer

Ultraschall-Doppler-Sonographie als Grundlagendiagnostik für rekonstruktive Chirurgie an den hirnversorgenden Arterien. Erster Erfahrungsbericht

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
Der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von
Franziska Raff

1983

"Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf"

Der Dekan
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

gez.:Prof.Dr. Brüster

Referent
gez.: Prof.Dr. Sandmann

Korreferent
gez.: Prof.Dr. Hennerici

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	1
Methode	3
Patientengut	8
Ergebnisse	23
Diskussion	41
Zusammenfassung	51
Literaturverzeichnis	

Einleitung

Der Chirurg benötigt für einen rekonstruktiven Eingriff an den supraaortischen Ästen eine genaue Information über Art, Außmaß und Lokalisation der morphologischen Veränderungen der betroffenen Gefäße.Diese Forderungen werden durch die Angiographie hinreichend erfüllt,so daß diese Methode lange Zeit das einzig zuverlässige Verfahren zur Beurteilung der Operabilität an den extrakraniellen Gefäßen war.Diese Art der Diagnostik gilt bei allen Autoren auch heute noch als unbedingte Voraussetzung für einen elektiven gefäßrekonstruktiven Eingriff.(6,9,16,17) Nach Angaben in der Literatur liegt allerdings die Häufigkeit der Komplikationen im Zusammenhang mit der Angiographie zwischen 0,2% und 4,5% (1).Eine wesentliche Komplikation stellt auch der postangiographische Schlaganfall dar.

Die Einführung der Ultraschall-Doppler-Sonographie (UDS) in die cerebrovaskuläre Diagnostik durch Müller (23) war deshalb ein wesentlicher Fortschritt in der Beurteilung cerebrovaskulärer, extrakranieller Gefäßveränderungen,da diese nichtinvasive Untersuchung für den Patienten keine Belastung und Gefährdung darstellt.Die technische Weiterentwicklung der Ultraschall-Doppler-Sonographie (5,27) und die klinische Erfahrung mit dieser Methode (12,13,14) werfen die Frage auf,inwieweit die Indikation eines operativen Eingriffs an den supraaortischen Gefäßen allein auf Grundlage der UDS gestellt werden kann (25).

Gegenstand dieser Arbeit ist es,zu untersuchen, wie hoch die Übereinstimmung beider diagnostischer Verfahren ist und ob die alleinige präoperative UDS-Untersuchung,die bereits bei 37 Operationen an der A. Carotis die Basis für den rekonstruktiven Eingriff bildete,vermehrt zu auftretenden Kompli-

kationen während und nach der Rekonstruktion führt.In Weiterführung ergibt sich die Frage,ob die Dopplermethode bei Patienten,welche durch die Arterienpunktion und Kontrastmittelinjektion besonders gefährdet sind,die Arteriographie ersetzen kann oder eventuell vorzuziehen ist.

Patientengut und Methode

I)Methode:

a)Katamnese:

Die im Rahmen dieser Arbeit relevanten Daten wurden aus den Krankengeschichten entnommen , für jeden Patienten auf Lochkarten übertragen und dabei teilweise verschlüsselt.Die diagnostischen Untersuchungsbefunde und der Operationsbericht wurden zusammengefasst ebenfalls auf diese Lochkarten übertragen.Die quantitative Auswertung erfolgte durch Auszählen und die Angabe von Häufigkeiten in Absolutwerten bzw in Prozentzahlen der jeweils interessierenden Patientenkollektive.

b)Stadieneinteilung der zerebrovaskulären Insuffizienz:

Die klinische Symptomatik der zerebrovaskulären Insuffizienz haben wir entsprechend der Stadieneinteilung nach Natali klassifiziert(24).

Stadium 0	asymptomatisch
Stadium I	Transitorische ischämische Attacke (TIA)(die neurologischen Symptome bilden sich nach Minuten,spätestens aber nach 24 Std. vollständig zurück)
Stadium II	akuter Schlaganfall (Zeitdauer:bis 48 Std.,wobei das neurologische Defizit stationär, progressiv oder in Rückbildung begriffen sein kann.)
Stadium III	permanentes neurologisches Defizit
IIIa	geringe neurologische Restsymptomatik
IIIb	schwere neurologische Restsymptomatik

c) Einteilung der Stenosegrade:

Die Stenosen wurden nach hämodynamischen Gesichtspunkten eingeteilt (3,10,18.20,31).

1)hämodynamisch nicht signifikante Stenosen:

Lumeneinengung $<50\%$

2)embolisierende Stenosen:

hämodynamisch irrelevante Stenose,die aus ulzerierenden Plaques oder Wandunregelmäßigkeiten embolisiert.

3)hämodynamisch signifikante Stenosen:

Lumeneinengung $>$ 50%

4)kritische Stenosen:

Lumeneinengung $\geq$ 80%

Die kritische Stenose hat funktionell und klinisch große Bedeutung,da bereits minimale Druckänderungen zu einer maximalen Minderung des Blutflusses führen und hieraus ein akuter Gefäßverschluß entstehen kann (3,10,22)

Tandem Stenosen:(18)Es handelt sich hierbei um zwei hintereinandergeschaltete Stenosen.

d)Technik der Ultraschall-Doppler-Sonographie (UDS):

Die an der Universität Düsseldorf durchgeführte dopplersonographische Untersuchung an den supraaortischen Gefäßen wird von Hennerici wie folgt beschrieben:

Routinemäßig werden die fronto-orbitalen Endäste der A.Ophtalmica (Aa supratrochlearis und supraorbitalis),die Aa. Carotis Communis,interna und externa in ihrem extrakraniellen Verlauf von supraklavikulär bis submandibulär,die A. vertebralis an der Atlasschlinge und die A. Subclavia in der Supraklavikulargrube untersucht.

Verwendet wird das von POURCELOT entwickelte Doppler-Ultraschallgerät+) mit Anzeige der Strömungsrichtung und einer kleindimensionierten,nicht fokussierten Schallsonde von 4 MHz. (14)

Die Untersuchung der Gefäßverhältnisse beruht primär auf der selektiven direkten Beschallung der Halsgefäße,während die indirekte Ultraschall-Doppler-Sonographie der A.Supratrochlearis als Zusatzuntersuchung durchgeführt wird.(27)Die Beurteilung der Befunde (sowohl der Lokalisation der Strömungsbehinderung als auch des Stenosegrades) erfolgt durch die Charakteristika der Strompulskurve,wobei dem akustischen Strömungssignal eine besondere Bedeutung zukommt(13,4,25).

e)Das angiographische Verfahren:

Die Standard-zwei-Ebenen Angiographie zur Darstellung des extrakraniellen Gefäßsystems wird einerseits als Aortenbogenangiographie,hauptsächlich jedoch auf der rechten Seite als retrograde Brachialisangiographie und linksseitig als direkte perkutane A.Carotispunktion durchgeführt.(7)

Zur Berechnung des Stenosegrades wird der Quotient gebildet

+)Débimètre Ultrasonique Directionelle Delalande

aus dem distalen gesunden Durchmesser und der maximalen Einengung.Die Berechnung erfolgt in zwei Ebenen und wird in Prozentzahlen angegeben.

f)Das Computertomogramm (CT):

Das Computertomogramm ist kein geeignetes Verfahren zur Darstellung des intakten intrazerebralen Gefäßsystems, weil die Dichteunterschiede zwischen fließendem Blut und Gewebe zu gering sind.Jedoch können die Folgen eines ischämischen Infarktes,die Ausbildung eines Ödems als Zone verminderter Dichte oder der Gewebsuntergang durch das CT erfaßt werden.Spätestens eine Woche nach dem ischämischen zerebralen Insult kann mit 95%iger Sicherheit die Lokalisation und Ausdehnung des Prozesses angegeben werden.Intrazerebrale Blutungen sind schon bei Klinikaufnahme durch eine hyperdense Zone charakterisiert.(2) Zerebrale Tumoren verursachen eine Zone veränderter Dichte gegenüber dem normalen Hirngewebe,wobei sie in der Regel einen hyperdensen Herd bilden.(7)

g)Operationstechnik:

Die gebräuchlichste Technik zur Behandlung der zerebrovaskulären Insuffizienz ist die Carotisendarterektomie , die am häufigsten an der Carotisbifurkation als Prädilektionsstelle stenotischer Prozesse durchgeführt wird.Dabei ist es von großer Bedeutung,daß die Ausschälung der arteriosklerotisch veränderten Schichten in der richtigen Dissektionsebene erfolgt.Sollte sich nach kranial eine Intimastufe ergeben,so muß diese geglättet und gegebenenfalls fixiert werden.(30)Entweder wird die Arteriotomie mit einer

direkten Naht verschlossen oder zur Lumenerweiterung ein Venenstreifen eingesetzt.Nach einer Kürzungspoeration der A.Carotis interna kann der Erweiterungsstreifen auch aus einem autologen Arterienstreifen bestehen.
Unterschreitet der A.Carotis Stumpfdruck den Grenzbereich von 50 mmHg,so ist es notwendig,einen intraluminalen Shunt einzusetzen,der seit einem Jahr routinemäßig ohne Berücksichtigung des Stumpfdruckes verwendet wurde.
Nach Freigabe des Blutstromes werden die Strömungsverhältnisse durch die Druckmessung beurteilt.Seit zwei Jahren wurde dieses Verfahren durch die wesentlich empfindlichere Perturbationsmessung mittels des gepulsten Doppler-Ultraschalls abgelöst.Beide Verfahren ermöglichen dem Operateur eine sofortige Qualitätskontrolle des Operationsergebnisses (18). Die Perturbationsmessung ergibt allerdings schon signifikante Veränderungen ab einer Querschnittseinengung von 20%.

II)Patientengut:

In dieser Arbeit betrachten wir die Operationen an den supraaortischen Ästen im Zeitraum vom 1.1.1970 bis zum 30.6.1980,insbesondere werden die Patientenkollektive im Zeitintervall vom 1.1.1977 bis 30.6.1980 berücksichtigt, da seit dieser Zeit ein einheitliches diagnostisch-therapeutisches Konzept besteht.Von der Neurologischen Klinik der Universität Düsseldorf wurde das UDS-Verfahren für die Diagnostik der zerebrovaskulären Insuffizienz eingeführt.Dieses Screening-Verfahren ermöglichte erstmals eine breite Erfassung der Risikogruppen,insbesondere der klinisch asymptomatischen Patienten,womit die Möglichkeit des therapeutischen Vorgehens durch eine Quantifizierung der Stenose erweitert wurde.

a)Anzahl der an den supraaortischen Ästen operierten Patienten:

Im Zeitraum vom 1.1. 1970 bis 30.6.1980 wurden 250 Patienten an den supraaortischen Ästen operiert,vom 1.1.1977 bis 30.6.1980 183 Patienten.

b)Anzahl der Operationen:

Zeitraum:1.1.1970 bis 30.6.1980 314 Operationen an den supraaortischen Ästen.*

Zeitraum:1.1.1977 bis 30.6.1980 231 Operationen.**

*nicht in der Zahl enthalten sind 9 Probefreilegungen

**nicht in der Zahl enthalten sind 4 Probefreilegungen.

c)Operationsarten:

In der Regel handelt es sich um arteriosklerotische Erkrankungen der extrakraniellen Gefäße.Die Mehrzahl der Operationen wurde an der Bifurkation der A.Carotis durchgeführt, darauf folgen Operationen an der A. Subclavia und wenige Operationen am Truncus brachiocephalicus und der A.vertebralis. Andere Ursachen für rekonstruktive Gefäßeingriffe wie Traumen,Tumoren,Aneurysmen etc. wurden in einer besonderen Gruppe zusammengefasst.

d)Alter der Patienten:

Der älteste an arteriosklerotischen Veränderungen operierte Patient war 76 Jahre,der jüngste 34 Jahre alt.
Das Durchschnittsalter der verschiedenen Patientenkollektive beträgt:

für die A.Carotis

vom 1.1.1970 bis 30.6.1980 $\bar{x}$=60,54 Jahre
s=9,71

vom 1.1.1977 bis 30.6.1980 $\bar{x}$=61,49 Jahre
s=8,50

für die A.Subclavia

vom 1.1.1970 bis 30.6.1980 $\bar{x}$=51,52 Jahre
s=8,33

vom 1.1.1977 bis 30.6.1980 $\bar{x}$=53,00 Jahre
s=6.69

für den Truncus brachiocephalicus

vom 1.1.1970 bis 30.6.1980 $\bar{x}$=52,64 Jahre
s=7,80

vom 1.1.1977 bis 30.6.1980 $\bar{x}$=56,00 Jahre
s= 5,26

für die Traumen, Aneurysmen etc.

vom 1.1.1970 bis 30.6.1980 $\bar{x}$=44,25 Jahre

s=12,70

vom 1.1.1977 bis 30.6.1980 $\bar{x}$=41,25 Jahre

s=14,06

e) Geschlechtsverteilung:

Zeitraum: 1.1.1970 bis 30.6.1980

Operationen[+)]	männlich	weiblich	Verhältnis m/w
A.Carotis	130	50	2,6:1
A.Subclavia[++)]	27	19	1,4:1
Truncus brach.	7	5	1,4:1
Aneurysmen, Traumen etc	6	6	1:1

[+)] ohne chronische Verschlüsse und ohne Probefreilegungen

[++)] Nur Patienten mit Subclavia-Monoläsion. Carotis-Subclavia Multigefäßprozesse sind bei den Eingriffen an der A.Carotis erwähnt.

III) Gesamtzahl der an den supraaortischen Ästen operierten Patienten und durchgeführte Operationen.

Die Angaben beziehen sich auf die Art und Ausmaß der morphologischen Gefäßveränderungen, die Lokalisation des rekonstruktiven Eingriffs und den Operationszeitraum.

1) Operationen an der A. Carotis interna

Die Hauptindikation für einen chirurgischen Eingriff an der A. Carotis interna stellten die hämodynamisch signifikanten Stenosen dar, während chronische Verschlüsse als inoperabel gelten und nur dann eine Rekonstruktion unternommen wurde, wenn proximal des Karotissyphon eine Wiederdurchgängigkeit der Arterie nachgewiesen wurde.

Art des Gefäßprozesses der A. Carotis	Operationszeitraum 1.1.1970 - 30.6.1980		Operationszeitraum 1.1.1977 - 30.6.1980	
	Operationsanzahl	Patientenanzahl	Operationsanzahl	Patientenanzahl
STENOSE				
signifikant	178	149	152	128
embolisierend	6	6	6	6
nicht signif.	4	4	3	3
Kinking + Knickstenose	2	2	0	0
VERSCHLUß				
akut, klin. stumm	11	6	11	6
akut, Stad. II	8	7	5	4
Chronisch	11	6	5	2
Aneurysmen, Traumen etc.	6	6	2	2
	n=226	n=186	n=184	n=151
Probefreilegungen	7	5	2	1

Tab. 2: Überblick über die Anzahl der Operationen und Patienten mit Rekonstruktion der A. Carotis interna, in Abhängigkeit von der Art des Gefäßprozesses und dem Operationszeitraum (zusätzlich Probefreilegungen und chronische Verschlüsse)

2) Operationen an der A. Subclavia, dem Truncusbrachiocephalicus und der A. Vertebralis

Lokalisation	Operationszeitraum 1.1.1970 - 30.6.1980		Operationszeitraum 1.1.1977 - 30.6.1980	
	Operations-anzahl	Patienten-anzahl 1)	Operations-anzahl	Patienten-anzahl 1)
A. Subclavia				
Eingriffe	61	60	33	33
Aneurysmen, Traumen etc	7	6	2	2
Probefreilegung	2	2	2	2
Truncus brach.				
Eingriffe	12	12	9	9
A. Vertebralis				
Eingriffe	2	2	2	2
Aneurysmen, Traumen etc	2	2	0	0

Tab. 3: Überblick über die Anzahl der Patienten bzw chirurgischen Eingriffe an der A. Subclavia, dem Truncus brachiocephalicus und der A. Vertebralis.

Anmerkung: 1) In den hier angegebenen Zahlen sind einige Patienten aufgeführt, die wegen einer zusätzlichen Operation an der A. Carotis schon in Tab. 2 erwähnt wurden.

3)Entwicklung der Zahlen rekonstruktiver Eingriffe an den extrakraniellen Gefäßen:

Zeitraum:1.1.1970 - 31.12.1980

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht die Entwicklung der Operationshäufigkeit im Zeitraum von 11 Jahren.Eine erhebliche Zunahme der Eingriffe,besonders an der A. Carotis,ist in den letzten drei Jahren zu verzeichnen.

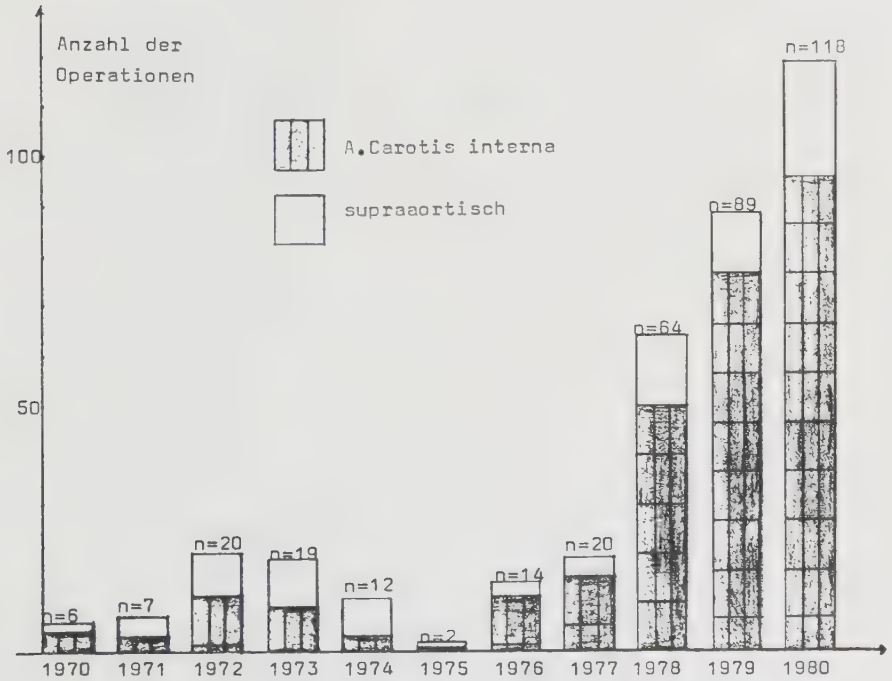

Abb.1:Entwicklung der rekonstruktiven Eingriffe an den supraaortischen extrakraniellen Gefäßen insgesamt und der A. Carotis

In den weiteren Tabellen beziehen wir uns auf den Zeitraum vom 1.1.1977 bis 30.6.1980 .

IV) Klassifizierung der stenosierenden Gefäßprozesse der A.Carotis nach klinischer Symptomatik und Anzahl der Gefäßläsionen:

1) Stenoseverteilung:

Die Aufteilung der arteriosklerotischen Prozesse in unilaterale,bilaterale A.Carotis Stenosen mit,bzw. ohne Vertebralisbeteiligung erschien uns sinnvoll,da anzunehmen ist,daß mit zunehmender Anzahl der Stenosen oder Verschlüße die zerebrale Kompensationsmöglichkeit über den Circulus Willisi eingeschränkt ist.

SIGNIFIKANTE STENOSEN	PATIENTEN	OPERATIONEN
A.Carotisstenose unilateral	38	38
A.Carotisstenose unilateral mit Vertebralisläsion	26	27
A.Carotisstenose bilateral	23	39
A.Carotisstenose bilateral mit Vertebralisläsion	14	20
A.Carotisstenose mit kontralateral. chron. Verschluß	11	11
A.Carotisstenose, kontralateraler chron. Verschluß u. Vertebralisläsion	16	17
EMBOLISIERENDE STENOSEN	PATIENTEN	OPERATIONEN
A.Carotis unilateral	5	5
A.Carotis unilateral mit Vertebralisläsion	1	1
HÄMODYNAMISCH NICHT SIGNIFIKANTE STENOSEN	PATIENTEN	OPERATIONEN
A.Carotisstenose unilateral	2	2
A.Carotisstenose und kontralateral. chron. Verschluß	1	1

Tab.4 : Eingriffe an der A.Carotis im Zeitraum vom 1.1.1977 bis 30.6.1980, aufgeschlüsselt nach der Anzahl der Stenosen bzw. Verschlüsse mit oder ohne Vertebralisbeteiligung und den Stenosegraden.
Patienten n=137, Operationen n=161
Als Vertebralisläsion werden Stenosen oder Verschlüsse der A.Subclavia vor Abgang der A.Vertebralis bezeichnet.

2) Stadieneinteilung:

Die asymptomatischen Läsionen der A.Carotis und die transitorischen ischämischen Attacken (TIA) sind im Operationskollektiv etwa gleich stark repräsentiert und stellen die Hauptindikation für einen Gefäßeingriff dar.

STADIUM	UNILATERAL	UNILATERAL m.Vertebral.	UNILATERAL+chr.Verschl. ohne Vert.	mit Vert.	BILATERAL	BILATERAL m.Vertebral.	EMBOLISIEREND	HÄMODYN.NICHT SIGNIFIKANT	ANZAHL (gesamt)
0	11	9	7	7	18	8	0	1	n=61 ≙ 37,8%
I	18	10	3	2	13	9	3	2	n=60 ≙ 37,3%
II	1	0	0	0	0	0	0	0	n= 1 ≙ 0,6%
IIIa	8	7	1	6	7	1	3	0	n=33 ≙ 20,5%
IIIb	0	1	0	2	1	2	0	0	n= 6 ≙ 3,7%

Tab.5: Überblick über die Stadieneinteilung nach NATALI in Zusammenhang mit der Verteilung der stenosierdenden Gefäßprozesse. (Zeitraum: 1.1.1977 bis 30.6.1980)
ohne Berücksichtigung von Verschlüssen, Aneurysmen, Traumen

V) Diagnostik:

1) Überblick über die routinemäßig angewendeten diagnostischen Verfahren für einen rekonstruktiven Eingriff an den extrakraniellen Gefässen:

Die UDS-Untersuchung wird als Screening-Verfahren zur Beurteilung der extrakraniellen Gefäßsituation eingesetzt. Als Zusatzuntersuchung erfolgt die Computertomographie zur Darstellung der zerebralen Situation.
Bei gegebener Indikation wird zusätzlich eine Angiographie durchgeführt.

Entsprechend der diagnostischen Untersuchung wurde das Patientenkollektiv bzw. die operativen Eingriffe an den supraaortischen Ästen in vier Gruppen unterteilt:

a) alleinige Doppler-Ultraschall-Sonographie

b) Dopplersonographie und partielle Angiographie [1)]

c) Dopplersonographie und Angiographie

d) alleinige Angiographie

Anm.: 1) partielle Angiographie: das operierte Gefäß wurde nur durch die Dopplersonographie beurteilt. Die Angiographie wurde auf der kontralateralen Seite durchgeführt bzw. das operierte Gefäß war nicht darstellbar.

PATIENTEN n=185 [1]

	UDS	UDS + part.Angio	UDS + Angio	Angiographie
A.Carotisstenose	30	1	98	8
A.Carotisverschluß				
akut	3	1	6	0
chronisch	0	0	1	1
Probefreilegung d. A.Carotis	0	0	0	1
Trauma,Aneurysma A.Carotis	0	0	0	2
A. Subclavia	3	1	16	2
Trauma,Aneurysma A.Subclavia	0	0	1	1
Probefreilegung d. A.Subclavia	0	0	1	0
Truncus brach.	1	0	3	4
A.Vertebralis [2]	0	0	0	0
Gesamt	37	3	126	19

Tab.6a: Diagnostische Verfahren an den supraaortischen Ästen, aufgeschlüsselt nach Patienten (Zeitraum: 1.1.1977 bis 30.6.1980)

Anm.: 1) einschließlich zwei Probefreilegungen.

2) die Patienten sind bereits in der Gruppe der A. Carotis Patienten gezählt.

OPERATIONEN n=235 [1)]

	UDS	UDS + part. Angio	UDS + Angio	Angiographie
A.Carotisstenose	33	3	117	8
A.Carotisverschluß				
akut	4	2	10	0
chronisch	0	0	4	1
Probefreilegung d. A.Carotis	0	0	1	1
Trauma,Aneurysma A.Carotis	0	0	0	2
A.Subclavia	5	2	22	5
Trauma,Aneurysma A. Subclavia	0	0	1	1
Probefreilegung d. A. Subclavia	0	0	2	0
Truncus brach.	1	0	3	5
A. Vertebralis	0	1	1	0
Gesamt	43	8	161	23

Tab.6b: Diagnostische Verfahren an den supraaortischen Ästen, aufgeschlüsselt nach Operationen. (Zeitraum: 1.1.1977 bis 30.6.1980)

Anm: 1) einschließlich vier Probefreilegungen.

Die in dieser Arbeit interessierenden stenosierenden Gefäßprozesse an der A. Carotis,umfassen ein Kollektiv von 161 Operationen (enthalten sind:stenosierende,embolisierende und hämodynamisch nicht signifikante Stenosen).Folgende diagnostische Verfahren wurden angewendet:

DIAGNOSTIK	ANZAHL der OPERATIONEN
UDS + ANGIO	117
UDS	36 1)
ANGIOGRAPHIE	8

Zusätzlich wurde bei 99 Patienten ein CT durchgeführt.

Tab.7

2)Stadien-und Stenoseverteilung bei alleiniger UDS Diagnostik:

Die Operationen,die auf Grundlage der UDS-Diagnostik durchgeführt wurden,werden in der folgenden Tabelle nach klinischer Symptomatik und Stenoseverteilung differenziert.
Unilaterale Stenosen,sowohl mit als auch ohne Vertebralisbeteiligung sind gegenüber dem Gesamtkollektiv (vgl. Tab.5 und 5a) überrepräsentiert.Ebenfalls wurden mehr als 50% der auf alleiniger UDS-Diagnostik beruhenden Operationen im klinisch asymptomatischen Stadium durchgeführt.

Anm.:1)In dieser Zahl sind drei UDS-Untersuchungen mit partieller Angiographie enthalten.

Verschlußprozesse der hirnversorgenden Halsarterien	Stad.0	Stad.I	Stad.II	Stad.IIIa	Stad.IIIb	Stenose-verteilung in Prozent
UNILATERALE STEN. o. Vert.	8	4	0	1	0	31,6%
UNILATERALE STEN. m. Vert.	5	2	0	1	0	22,2%
IPSILATERALE STEN. mit kontralat.chr. Verschluß	0	1	0	0	0	2,8%
IPSILATERALE STEN, kontralat.chron. Verschluß mit Vertebralisläsion	1	0	0	0	0	2,8%
BILATERALE STENOSE ohne Vertebral.	4	3	0	0	1	22,2%
BILATERALE STENOSE mit Vertebral.	1	1	0	0	1	8,3%
EMBOLISIEREND	0	0	0	1	0	2,8%
HÄMODYN. NICHT SIGNIFIKANT	0	1	0	0	0	2,8%
STADIUMEINTEILUNG in PROZENT	52,8%	33,3%	0%	8,3%	5,6%	

Tab.8: Alleinige Dopplersonographische Untersuchung der A.Carotis-stenosen. n=36*. Überblick über Stadien- und Stenoseverteilung

Anm.: *einschließlich drei UDS-Untersuchungen mit part. Angiographie

3)COMPUTER TOMOGRAPHIE:

Eine wichtige Ergänzungsuntersuchung zur Beurteilung der Operabilität bei zerebrovaskulärer Insuffizienz stellt die Computertomographie dar.Die Bedeutung liegt im Ausschluß von frischen ischämischen oder hämorrhagischen Infarkten und Tumoren,ferner in der Beurteilung klinisch stummer Infarkte.Es muß jedoch berücksichtigt werden,daß ein Mißverhältnis zwischen Herdgröße und der Schwere der klinischen Erscheinung besteht.
Die CT-Untersuchung an der Neurologischen Klinik der Universität Düsseldorf wird seit 1978 durchgeführt.In diesem Zeitraum wurden 74 Patienten untersucht,die für einen gefäßrekonstruktiven Eingriff vorgesehen waren.

Präoperative CT-Befunde bei 74 Patienten mit signifikanter, embolisierender und nicht signifikanter A.Carotisstenose:

Altersentsprechend		: 12
Atrophie	bds	: 28
	OP-Seite	: 4
	kontralat.	: 5
Hydroceph.internus		: 7
Ödeme		: 3
Herdbefunde	bds	: 7
	OP-Seite	: 18
	kontralat.	: 5
	frisch	: 2
	Akzentuierung	: 3
Tumor		: 1
gesamt		95 Befunde

Ergebnisse:

I) Gefahren und Schwierigkeiten der präoperativen Diagnostik:

Während sich bei den nichtinvasiven Diagnostikverfahren (UDS,CT) in unserem Patientenkollektiv erwartungsgemäß keine Komplikationen ergaben, war die präoperative Angiographie ,die bei 148 Patienten [1] durchgeführt wurde,in fünf Fällen (3,4%) mit Komplikationen verbunden:

a)Pat. K.P.:während der Kontrastmittelinjektion generalisierte Krampfanfälle,Atemstillstand ---Reanimation

b)Pat. B.G.:Subintimale Kontrastmittelgabe mit anschließendem funktionellem A.Carotis communis Verschluß

c)Pat. J.C.:Gefäßwanddissektion

d)Pat. E.P.:Nach Angiographie Taubheitsgefühl im Trigeminusbereich

e)Pat. F.M.:Verwirrtheit mit lokalem Infekt nach Angiographie

Gefäßspasmen:Angiographisch wiesen zwei Patienten einen Verschluß auf,die jedoch intraoperativ als Stenose bzw. Normalbefund (Probefreilegung) imponierten.

Technische Schwierigkeiten:Wegen ausgedehnter arteriosklerotischer Veränderungen konnte der Katheter in zwei Fällen nicht weit genug vorgeschoben werden,so daß die Untersuchung zu einem späteren Zeitpunkt wiederholt werden mußte.
Zwei Angiographien mußten unterbrochen werden,weil der Katheter abgeknickt bzw. abgebrochen ist.

Kontraindikationen:Zwei Patienten konnten wegen einer Kontrastmittelallergie bzw. Marcumarisierung nicht angiographiert werden.

Anm.:1)In dieser Zahl sind zwei Patienten enthalten,bei denen nur eine Probefreilegung durchgeführt wurde.

II) Vergleich Dopplersonographie - Angiographie:

Die Trefferquote zwischen UDS und Angiographie beträgt 99%, wenn unterschieden wird zwischen Normalbefund und pathologischem Befund, bezogen auf ein Gesamtkollektiv von 113 durchgeführten und verwertbaren Angiographien und UDS-Untersuchungen. Bei einem Patienten zeigte das UDS einen falsch negativen Befund, es handelt sich hierbei um einen embolisierenden Gefäßprozeß mit angiographisch festgestellter 50%iger Gefäßeinengung.

Hinsichtlich der Fragestellung, inwieweit nur auf Grundlage der UDS-Diagnostik operiert werden kann, ist eine Einteilung in Normal- bzw. pathologischen Befund nicht ausreichend. Viemehr interessiert uns die Übereinstimmung beider diagnostischer Verfahren bei einer differenzierten Aufschlüsselung der Stenosegrade.
Die Stenosebereiche wählten wir entsprechend den klinisch relevanten hämodynamischen Strömungsverhältnissen:

a) hämodynamisch nicht relevante Stenose
b) signifikante Stenose $< 80\%$
c) kritische Stenose $\geq 80\%$
d) Verschluß

A. CAROTISSTENOSE	Gesamt-zahl	Trefferquote 80%✓✓	80%✓?	80% > Stenose > 50% falsch positiv	80% > Stenose > 50% falsch negativ	80% < Stenose < 100% falsch positiv	80% < Stenose < 100% falsch negativ	Treffer-quote in %
UNILATERAL o. Vertebralis	22	.12	8	1	0	0	1	90,9%
UNILATERAL m. Vertebralis	15	11	3	0	1	0	0	93,3%
IPSILAT.STEN. m. kontralat. Verschluß	9	6	2	1	0	0	0	88,9%
IPSILAT.STEN. m.kontralat. Verschluß u. Vertebralis	14	7	5	0	1	0	1	85,7%
BILATERALE STENOSE	30	18	10	0	0	1	1	93,3%
BILATERALE STENOSE m. Vertebralis	16	8	6	1	0	0	1	87,5%
EMBOLISIEREND	5	4	0	0	1	0	0	80,0%
HÄMODYN. nicht SIGNIFIKANT	2	2	0	0	0	0	0	100,0%
CAROTIS GESAMT	113	68	34	3	3	1	4	90,3%

Tab.9:Korrelation UDS-Angio.Die hier berücksichtigte Untersuchung bezieht sich auf die A.Carot.int.

Tab.10: Die quantitativ falsch negativen oder falsch positiven Befunde (qualitative Übereinstimmung 99%)

	falsch positiv	falsch negativ
UNILATERAL o. Vertebralis	UDS:subtot. Sten. Angio:Stenose intraop.:keine Angabe	UDS:70%ige Sten. Angio:subtot.Sten. Intraop.:Ulcus
UNILATERAL m. Vertebralis	0	UDS:hämodyn. n. signif Angio:Stenose Intraop:50%ige Sten.
IPSILATERALE STEN. und kontralat. Verschluß	UDS:80%ige Sten. Angio:60%ige Sten. Intraop:70%ige Sten.	0
IPSILAT.STEN. m.kontralat. Verschluß und Vertebralis	0	UDS:hochgr.80%ige Sten Angio:Stenose Intraop:50%ige Sten.
BILATERALE STENOSE	UDS:Verschluß Angio:hochgrad. Intraop:Stenose	UDS:70%ige Sten. Angio:90%ige Sten. Intraop:hochgrad.Sten.
BILATERALE STENOSE mit Vertebralis	UDS:>80%ige Sten. Angio:Plaque Intraop:dicker Plaque	UDS:70%ige Sten. Angio:90%ige Sten. Intraop:hochgrad.
EMBOLISIEREND	UDS:Normalbefund Angio:50%ige Sten. Intraop:häm.nicht sig.	0
HÄMODYN.nicht SIGNIFIKANT	0	0

Patienten mit ein bzw. zwei Gefäßprozessen weisen eine etwas höhere Übereinstimmung (90,9% bis 93,3%) auf,als Patienten mit multilokulären Strömungsbehinderungen oder kontralateralem Verschluß.Hier liegt die Korrelation bei 85,7 bis 88,9%

In der Gruppe der kritischen Stenosen besteht die Tendenz,die Lumeneinengung zu unterschätzen:Vier falsch negative zu einem falsch positiven Befund.Bei den hämodynamisch signifikanten Stenosen unter 80% sind die falsch positiven und die falsch negativen mit jeweils drei Befunden gleich häufig vertreten.

Bezogen auf das Gesamtkollektiv von 113 Korrelationen, ergaben sich für die Quantifizierung der Gefäßwandveränderungen 3,5% falsch positive und 6,2% falsch negative Befunde.

III) Der akute A. Carotis Verschluß:

Aus unserem Patientenkollektiv geht hervor,daß Patienten mit kritischer Stenose besonders gefährdet sind, einen akuten Verschluß zu entwickeln.
Den akuten A.Carotisverschluß differenzierten wir in klinisch stumme Verschlüsse -- bei diesen Patienten trat durch die Thrombosierung keine Änderung der klinischen Symptomatik ein -- und klinisch manifeste Verschlüsse.

	STADIUM II	STADIUM 0-I-IIIa-IIIb
UNILATERALER AKUTER VERSCHLUß	2	5
UNILATERALER AKUTER VERSCHLUß m.Vertebralis	2	0
AKUTER VERSCHLUß u. kontralat.Stenose	0	3
AKUTER VERSCHLUß, kontralat.Stenose u. Vertebralis	1	1
BILATERALER AKUTER VERSCHLUß mit Vertebralis	0	2
Gesamtzahl:n=16	n=5	n=11

Tab.11:Akuter A.Carotisverschluß in Abhängigkeit von der Stadieneinteilung und Anzahl der Gefäßprozesse.

1)Akute Thrombosen nach kritischen Stenosen:

Bei einem Kollektiv von 58 Gefäßprozessen mit einer Lumeneinengung von mehr als 80% entwickelte sich in 17,2% der Fälle eine klinisch stumme akute Thrombose zwischen Angiographie und UDS Untersuchung bzw Operation.Der Verschluß wurde durchschnittlich 1 1/2 Tage nach der angiologischen Punktion und in einem Fall 7 Tage später festgestellt.
Hingegen bildeten 113 Gefäßläsionen mit einem Stenosierungsgrad unter 80% nur in einem Fall (0,9%) die Grundlage für einen akuten Verschluß.

CAROTISSTENOSEN	GESAMTZAHL signif.,embol.,häm.n. signif.Sten.u.akuter Verschluß	KLIN.STUMME AKUTE THROMBOSE Anzahl	Prozent von der Gesamtzahl
UNILATERAL	33	0	0,0%
UNILATERAL m. Vertebralis	25	0	0,0%
IPSILAT.STEN. m.kontralat. chr.Verschluß	11	0	0,0%
IPSILAT.STEN. m.kontralat. chr.Verschluß u.Vertebralis	13	1	7,7%
BILATERALE STENOSE	23	0	0,0%
BILAT.STEN. m.Vertebralis	8	0	0,0%
GESAMTZAHL	113	1	0,9%

Tab.12:Akute Thrombose (nach Carotisstenosegrad unter 80%)

CAROTISSTENOSEN	GESAMTZAHL signif.,embol.,häm.n. signif.Sten.u.akuter Verschluß	KLIN.STUMME AKUTE THROMBOSEN Anzahl	Prozent von der Gesamtzahl
UNILATERALE STENOSE	17	5	29,4%
UNILAT.STEN. m.Vertebralis	3	0	0,0%
IPSILAT.STEN. m.kontralat. chr.Verschluß	4	2	50,0%
IPSILAT.STEN. m.kontralat. chr.Verschluß u.Vertebralis	10	3	30,0%
BILATERALE STENOSE	16	0	0,0%
BILAT.STEN. m.Vertebralis	8	0	0,0%
GESAMTZAHL[1)]	58	10	17,2%

Tab.13: Akute Thrombose (nach Carotisstenosegrad über 80%)

Anm.: 1) Ein Stenosegrad ist unbekannt.

2) Ausdehnung und Letalität der klinisch stummen und klinisch manifesten Verschlüsse:

Die klinisch stummen Verschlüsse unterscheiden sich von den klinisch manifesten nicht nur hinsichtlich der Symptomatik, sondern auch durch die Ausdehnung der Thrombose und der postoperativen Prognose.
Während alle klinisch stummen Verschlüsse lokal begrenzt waren und keine postoperative Letalität aufwiesen, zeigten von den fünf Verschlüssen mit akuter Symptomatik zwei einen lokalen Befund, die anderen drei waren langstreckig und reichten bis in den Siphonbereich, diese drei Patienten verstarben an neurologischen Komplikationen.

BEFUND	GESAMTZAHL	STADIUM II	KLIN. STUMMER AKUTER VERSCHLUß
LOKAL	13	2	11
LANGSTRECKIG	3	3	0

Tab.14: Ausdehnung der Thrombose bei akutem Verschluß

3)Akute A.Carotisverschlüsse nach diagnostischen Untersuchungen:

a)A. Carotisverschluß nach Angiographie:

Das Auftreten von akuten Verschlüssen steht in Zusammenhang mit der angewendeten Angiographietechnik.Nach indirekter Punktion,d.h. nach Aortenbogen- bzw. Brachialisangiographie traten keine Verschlüsse ein.Die direkte Punktion der A.Carotis dagegen führte bei einem Stenosegrad von über 80% in neun Fällen (23,1 Prozent) zu einer Thrombose,bei einem Stenosegrad unter 80%, zeigte sich bei einem Patienten (1,7 Prozent) ein akuter Verschluß.

	DIREKTE PUNKTION			INDIREKTE PUNKTION		
	Gesamtzahl	Verschlüsse	%	Gesamtzahl	Verschlüsse	%
STENOSE < 80%	59	1	1,7%	26	0	0,0%
STENOSE ≥ 80%	39	9	23,1%	10	0	0,0%

Tab.15:Akuter A.Carotisverschluß nach Angiographie.
Gesamtzahl der Angiographien:n=134 1)

Anm:1)Die Gesamtzahl ist größer als in Tab.7,weil hier auch Punktionen,die nicht beurteilbar waren oder abgebrochen wurden,aufgeführt sind.

b)A.Carotisverschluß nach UDS:

Erwartungsgemäß trat nach Doppler-Ultraschall-Sonographie kein akuter Verschluß auf.

	GESAMTZAHL	VERSCHLÜSSE	PROZENT
STENOSE < 80%	25	0	0,0%
STENOSE > 80%	9	0	0,0%

Tab.16: Akuter Verschluß der A.Carotis nach UDS ie Gesamtzahl:n=34

IV) POSTOPERATIVE NEUROLOGISCHE KOMPLIKATIONEN:

In der Literatur werden nach A.Carotis Endarterektomie neben neurologischen -- verschiedene andere Komplikationen angegeben (30):

a)Komplikationen in Relation zur Anästhesie
--kardiopulmonale Probleme

b)Komplikationen in Relation zur Halswunde
--Infektion
--Hämatom
--Nervenlähmung

c)Komplikationen in Relation zur A.Carotis
--Nachblutung
--Nahtruptur
--Falsches Aneurysma

In dieser Arbeit beziehen wir uns auf die neurologischen Komplikationen.

1)Stadienverteilung und postoperative Komplikationen:

Die postoperative Letalität in den Stadien O,I,IIIa liegt im Bereich von 3% und zeigt keine wesentlichen Unterschiede. Im Stadium IIIb jedoch ist die Letalität mit 16,7% (1Pat.) erwartungsgemäß am höchsten.
Postoperativ entwickelte sich bei 4,4% der Operierten eine passagere neurologische Komplikation.[1)]
Bei einem Patienten blieb das neurologische Defizit stationär.

Anm.:1)Passagere neurologische Komplikation:Die neurologische Symptomatik bildet sich innerhalb von 24 Std zurück.

POSTOPERATIVES ERGEBNIS

	GESAMTZAHL der A.Carotis OP's	LETALITÄT		NEUROLOGISCHE KOMPLIKATIONEN					LETALITÄT und NEUROL.KOMPLIK.	
		Anzahl	Prozent	passager	%	permanent	%	gesamt %	Anzahl	Prozent
STADIUM 0	61	2	3,3%	3	4,9%	0	0,0%	4,9%	5	8,2%
STADIUM I	60	2	3,3%	2	3,3%	1	1,7%	5,0%	5	8,3%
STADIUM II	1	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0,0%	0	0,0%
STADIUM IIIa	33	1	3,0%	2	6,1%	0	0,0%	6,1%	3	9,1%
STADIUM IIIb	6	1	16,7%	0	0,0%	0	0,0%	0,0%	1	16,7%
GESAMTZAHL	161	6	3,7%	7	4,4%	1	0,6%	5,0%	14	8,7%

Tab.17: Stadienverteilung und postoperative Komplikationen. Zeitraum: 1.1.1977 - 30.6.1980
Die Tabelle bezieht sich auf hämodynamisch signifikante, embolisierende und hämodynamisch nicht signifikante A.Carotis Stenosen.

2) Anzahl der Gefässprozesse und postoperative Komplikationen:

Mit zunehmender Anzahl der beteiligten Gefäßprozesse nimmt die neurologische Komplikationsrate zu. Die höchste Letalität mit 11,8% weist die unilaterale Stenose mit kontralateralem Verschluß und Vertebralisbeteiligung auf, mit 9,1% gefolgt von der unilateralen Stenose mit kontralateralem Verschluß ohne Vertebralisbeteiligung.

CAROTISSTENOSEN	GESAMT-ZAHL	LETALITÄT		NEUROLOGISCHE KOMPLIKATIONEN						LETALITÄT+NEUROL.KOMPLIK.	
		Anzahl	%	passager	%	permanent	%	gesamt	%	Anzahl	Prozent
UNILAT.STEN.	38	1	2,6%	0	0,0%	1	2,6%	1	2,6%	2	5,3%
UNILAT.STEN. m.Vertebralis	37	1	3,7%	3	11,1%	0	0,0%	3	11,1%	4	14,8%
IPSILAT.STEN. m.kontralat. Verschluß	11	1	9,1%	1	9,1%	0	0,0%	1	9,1%	2	18,2%
IPSILAT.STEN. m.kontralat. Verschluß und Vertebralis	17	2	11,8%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	2	11,8%
BILATERALE STENOSE	39	1	2,6%	1	2,6%	0	0,0%	1	2,6%	2	5,1%
BILAT.STEN. m.Vertebralis	20	0	0,0%	2	10,0%	0	0,0%	2	10,0%	2	10,0%
EMBOLISIEREND	6	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
HÄM.n.SIGNIF.	3	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
GESAMTZAHL	161	6	3,7%	7	4,3%	1	0,6%	8	5,0%	14	8,7%

Tab.18: Gefäßprozesse und postoperative Komplikationen. Zeitraum: 1.1.1977 - 30.6.1980
Die Tabelle bezieht sich auf hämodynamisch signifikante, embolisierende und hämodynamisch nicht signifikante Stenosen.

3)Stenosegrad und postoperative Komplikationen:

Die Anzahl der Todesfälle liegt bei Stenosen über 80% bzw. unter 80% im Bereich von 4,0-4,5% .
Auffällig ist,daß die stationären als auch die passageren neurologischen Komplikationen zum überwiegenden Teil bei A.Carotisstenosen unter 80% aufgetreten sind.

	Komplikationen		Todesfälle	Prozent
	stationär	passager		
STENOSE > 80% n=48 OP's	0	1	2	6,3%
STENOSE < 80% n=112 OP's[1)]	1	5	5	9,8%

Tab.19:Postoperative Komplikationen in Abhängigkeit des Stenosegrades.

Anm.:Ein Stenosegrad ist unbekannt

4)Komplikationen und Tandem-Stenosen:

Postoperative neurologische Komplikationen traten bei Tandem-Stenosen etwa doppelt so häufig auf,wie bei einfachen Stenosen;die Letalitätsquote liegt mit 8,3% erheblich über der von Normalstenosen.

		KOMPLIKATIONEN	%	TODESFÄLLE	%	GESAMT %
TANDEM-STENOSE n=24	<70%	2	8,3%	2	8,3%	16,7%
	>70%	0	0,0%	0	0,0%	0,0%
NORMAL-STENOSE n=137		6	4,4%	4	2,9%	7,3%

Tab.20:Gegenüberstellung Tandemstenose - Normalstenose in Hinblick auf postoperative neurologische Komplikationen bzw. Todesfälle.

5) Diagnostik und Komplikationen:

Diejenigen Operationen, die auf Grundlage einer alleinigen Doppler-Sonographie Untersuchung durchgeführt wurden, wiesen keinen einzigen Todesfall, bzw. permanentes neurologisches Defizit auf. In einem Fall trat eine passagere neurologische Störung auf.
Eine hohe Letalitätsrate war nach alleiniger Angiographie zu verzeichnen.
Wurden beide diagnostische Verfahren zur Bestimmung des Stenosegrades eingesetzt, so betrug die Letalität 3,5% und die neurologischen Komplikationen 6,0%.

DIAGNOSTIK		NEUROL. KOMPLIKATIONEN				TODESFÄLLE		NEUROL. KOMPL. u. TODESFÄLLE	
Art	Anzahl	passag.	%	perman.	%	neurol.	%	Anzahl	%
UDS	33	1	3,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	3,0%
Angio	8	0	0,0%	0	0,0%	2	25,0%	2	25,0%
UDS + Angio	116	6	5,2%	1	0,9%	4	3,5%	11	9,5%
keine Angabe	1	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%

Tab. 21: Neurologische Komplikationen und Todesfälle in Korrelation des diagnostischen Verfahrens bei Patienten mit A. Carotis interna Stenose.
n=161

DISKUSSION

Die Angiographie gilt als aussagekräftige und sichere Methode zur Darstellung des supraaortischen, extrakraniellen Gefäßsystems, die Nachteile liegen in der Belastung für den Patienten und einer Komplikationsrate, die in der Literatur mit 0,2% bis 4,5% angegeben wird, wobei Gefäßpatienten mit einem erhöhten Risiko zu rechnen haben(1). Hass et al (1968) untersuchten Patienten mit zerebrovaskulärer Insuffizienz und geben schwerwiegende Zwischenfälle (permanentes neurologisches Defizit, Tod) in 1,2% der Fälle an, geringgradige Komplikationen wurden bei 5,3% der Patienten beschrieben(11).

In unserem Patientenkollektiv (n=148) traten schwerwiegende Zwischenfälle nicht auf, leichte Komplikationen jedoch in 3,4%.

Um dieses Risiko der Angiographie zu reduzieren, wurden verstärkt nichtinvasive präoperative Screening-Verfahren eingesetzt, mit dem Ziel, die Indikationsstellung der Angiographie einzuengen.

Von den nichtinvasiven diagnostischen Methoden stellt die Doppler-Ultraschall-Sonographie eine sehr genaue, einfache und mit geringem Zeitaufwand durchzuführende Untersuchung dar, so daß sie in den letzten Jahren zunehmende Bedeutung für die Gefäßchirurgie erlangte (1,19).

I Korrelation UDS - Angiographie :

Obwohl die Angiographie der extrazerebralen Gefäße ebenfalls mit einer gewissen Fehlerquote belastet ist, stellt sie doch die Bezugsgröße zur Objektivierung des Stenosegrades der A.Carotis dar.
In unserer Untersuchung konnte eine Übereinstimmung in 99% gefunden werden,wenn differenziert wurde in Normalbefund --- pathologischen Befund.Dies stimmt mit den bei anderen Autoren (27,31) angegebenen globalen Trefferquoten bei direkter Beschallung der Carotisarterien überein.Die indirekte Beschallung,in unserem Krankengut nur als Zusatzuntersuchung durchgeführt,erreicht bei alleiniger Untersuchung des Flußverhaltens der A.supratrochlearis einen deutlich geringeren Aussagewert.(19,27)Tab.23

Bei einer differenzierten Aufschlüsselung der Stenosegrade (hämodynamisch nicht signifikant,embolisierend, hämodynamisch signifikant unter 80%,kritische Stenose über 80% aber unter 100%)ergibt sich eine Übereinstimmung von 90,3% mit einem relativ hohen Anteil von 6,2% falsch negativen und 3,5% falsch positiven Befunden.Verglichen mit den Angaben anderer Autoren (25,12,19,Tab.23),erscheint unsere Korrelation zwischen Angiographie und UDS geringer zu sein.Allerdings muß berücksichtigt werden,daß unsere Unterteilung in kritische Stenosen $\geq$ 80% und hämodynamisch signifikanten Stenosen geringeren Grades ,von der in der Literatur getroffenen abweicht.(Tab.23).Diese Unterteilung erschien uns aus hämodynamischen Gesichtspunkten sinnvoll,da in diesem Bereich eine minimale Änderung des Stenosegrades eine signifikante Reduktion des Blutflusses

und des distalen Blutdruckes bewirkt (3,10,22).

Wenn wir den Stenosegrad, wie in der Literatur üblich, unterteilen in Stenosen $> 50\% < 70\%$ und $\geq 70\% < 100\%$, erreichen wir eine Übereinstimmung von 94%, wobei sich insbesondere die falsch negativen Befunde von 6,2% auf 1,8% verringern.

KORRELATION UDS - ANGIOGRAPHIE

in der Literatur

(A.Carotis)

UNTERTEILUNG DER STENOSEN		Übereinstimmung in Prozent
direkte Beschallung		
	patholog./ nicht patholog.	(27) Reutern G.M. (1976) 97% (31) Zimmermann V.(1980) 97% (6) Courbier R. (1978) 87,5%
	Normal Geringrad. Mittelgrad. Schwere Stenose. Verschluß	(12) Hennerici M. (1980) 97%
	Normal Geringgrad. Stenose < 50% Stenose > 50% Verschluß	(25) Reimer F. (1980) 95%
	Normalbef. Stenose 25% Stenose 25-50% Stenose 50-75% Stenose 75-100% ulcerier.Plaque Verschluß	(19) Lange J. (1980) 93%
	Normalbef. Stenose < 70% Stenose ≥ 70% Verschluß	(17) Keller H.M. (1978) >90%
indirekte Beschallung		
	patholog./nicht pathologisch	(20) Lye (1976) 89% 78% (5) Büdingen (1976) 88% (32) Zwiebel (1978) 87% (26) Rendl (1978) 81% (21) McDonald (1978) 74%

Tab.23

II Akute Thrombosen

Unsere Ergebnisse zeigen, daß Patienten mit einer kritischen Stenose besonders gefährdet sind, in einem relativ kurzen Zeitraum einen akuten Verschluß zu entwickeln. Das gilt besonders nach Carotispunktion durch die Angiographie. Während von 113 Carotisstenosen unter 80% sich nur in 0,9% der Fälle ein akuter Verschluß zeigte, trat dieser bei den 58 kritischen Stenosen in 17,2% der Fälle auf.

Davon sind ausschließlich die Patienten betroffen, die präoperativ nach direkter A. Carotispunktion angiographiert wurden. Von 98 A. Carotisstenosen entwickelten 10 unmittelbar nach der Angiographie bzw. wenige Stunden später einen kompletten A. Carotis Verschluß. Ein Patient, bei dem eine beidseitige akute Thrombose auftrat, wurde nur auf der linken Seite direkt angiographiert. Berücksichtigen wir dabei den Stenosegrad, so ergibt sich, daß von 39 kritischen Stenosen 9 (23,1 Prozent) akut thrombosierten. Von 59 Carotisstenosen unter 80% hingegen nur ein Patient nach direkter Punktion einen Verschluß zeigte. (Tab. 15) Hieraus ergibt sich, daß bei kritischen Stenosen mit der direkten Angiographie größte Zurückhaltung geübt bzw. diese nur unter Operationsbereitschaft durchgeführt werden sollte (12). Dies stimmt überein mit den Untersuchungen von Hass et al (11), die feststellten, daß Patienten mit hochgradigen Stenosen nach direkter Angiographie prädisponiert sind, schwere Komplikationen zu entwickeln.

In unserem Patientenkollektiv hat sich nach der Angiographie glücklicherweise kein neurologisches Defizit eingestellt, alle Patienten wurden rechtzeitig operiert. Da der Verschluß noch lokal begrenzt war (Tab. 14), konnte die

Operation erfolgreich durchgeführt werden; nur ein Patient zeigte postoperativ passagere neurologische Ausfallserscheinungen

Als therapeutische Konsequenz ergibt sich, daß Einengungen $>$ 80% eine dringliche Indikation zu einem Gefäßrekonstruktiven Eingriff an der A.Carotis darstellen.

III Postoperative neurologische Komplikationen:

Hinsichtlich der Fragestellung dieser Arbeit, inwieweit die alleinige präoperative UDS-Untersuchung ein Risiko oder einen Fortschritt darstellt, verglichen wir die postoperative Letalität und Morbidität in den Gruppen mit unterschiedlichen diagnostischen Verfahren.
Im Folgenden werden wir die Bedingungen besprechen, die für das Auftreten von Komplikationen verantwortlich sind.

Stadieneinteilung und postoperative Komplikationen:

In unserem Patientenkollektiv liegt die Letalitätsrate bezogen auf alle Stadien bei 3,7% (Tab.17). Die Angaben in der Literatur schwanken zwischen 0,0% und 4,3% (8,15), wobei Thompson (30) eine Letalitätsrate von 1,35% angibt. In unserer Arbeit liegt bedauerlicherweise die Todesrate im asymptomatischen Stadium 0 mit 3,3% (2 Patienten) sehr hoch.
Pat.B.E. (Arch.Nr.01792971) war 76 Jahre alt, beide Carotiden wurden in einer Sitzung operiert. Die Komplikation ist hier möglicherweise auf technische Schwierigkeiten bei der Operation zurückzuführen: Es fand sich reichlich bröckliges Material mit einer unregelmäßig begrenzten 60%igen Stenose. Nach Freigabe des Blutstromes fiel eine erheblich elongierte A. Carotis interna auf; die Druckmessung jedoch ergab keinen Gradienten. Nach Narkosebeendigung zeigte sich eine Rechtsseitensymptomatik, so daß eine Revision durchgeführt wurde.

Die abgeknickte elongierte Arterie wurde reseziert.Der Patient verstarb 14 Tage später an einer kardiopulmonaler Insuffizienz.

Patient K.W. (Arch.Nr. 01792615) war 71 Jahre alt.Hier wurde in einer Sitzung eine Desobliteration der A.Carotis interna und ein Aorto-femoraler-Bypass durchgeführt. Der Patient wies multilokuläre Strömungsbehinderungen auf,mit kontralateralem A.Carotis Verschluß und Vertebralisbeteiligung.Die Ursache dieser Komplikation lies sich nicht eruieren,es kann nur festgestellt werden,daß der Patient durch den kontralateralen Verschluß (28) und die Blutdruckschwankungen bei der nachfolgenden Bypassoperation einem erhöhten Risiko ausgesetzt war.

Im Stadium I (TIA) liegen die Letalitätsrate mit 3,3%, das permanente neurologische Defizit mit 1,7% und das passagere neurologische Defizit mit 3,3% im Bereich der in der Literatur beschriebenen Ergebnisse nach A.Carotis Endarterektomie (29).

Das Stadium III beinhaltet eine große Spannweite von unterschiedlich stark ausgeprägten neurologischen Defiziten,so daß die Komplikationen nur schwer vergleichbar sind.Die Letalitätsrate mit 5,1% entspricht in etwa der von Thompson angegebenen (30).

Komplikationen und Stenoseverteilung bzw Stenosegrad:

Unsere Ergebnisse zeigen in Übereinstimmung mit Thompson, daß Patienten mit einem kontralateralen Verschluß bzw Vertebralisbeteiligung möglicherweise ein erhöhtes Risiko aufweisen (28). Die Letalitätsrate scheint bei Gefäßprozessen mit Verschluß der kontralateralen Seite und bei bestehender zusätzlicher Vertebralisbeteiligung höher zu liegen. Die postoperativen neurologischen Defizite weisen in den obengenannten Gruppen eine höhere Komplikationsrate auf. (Tab. 18) Somit ist ein Einfluß der Stenoseverteilung, insbesondere dem kontralateralen Verschluß und einer Insuffizienz des vertebrobasilaren Systems, auf die postoperative Prognose anzunehmen. Dagegen schien der Stenosegrad keinen wesentlichen Einfluß auf die Letalitätsrate auszuüben (Tab. 19).

UDS und postoperative Komplikationen:

Das Patientenkollektiv, welches nur auf Grundlage der Doppler Sonographie operiert wurde, weist Monoläsionen mit entsprechender klinischer Symptomatik auf. Intrakranielle Prozesse wurden durch CT und EEG ausgeschlossen.
Postoperativ wurde in dieser Patientengruppe nur in einem Fall eine passagere neurologische Komplikation gefunden. In diesem Kollektiv ist zwar ein geringeres Komplikationsrisiko zu erwarten, dennoch wird die zu erwartende Komplikationshäufigkeit bei alleiniger UDS-Diagnostik noch unterschritten. Wir können also festhalten, daß die Patienten, bei denen

die Operationsindikation allein auf Grundlage der Doppler-Ultraschall-Sonographie gestellt wurde,keinem erhöhten Risiko ausgesetzt waren,sondern eher eine geringere postoperative Komplikationsrate aufwiesen.

Zusammenfassung:

Die Effizienz der Doppler-Sonographie hat sich bereits bei der Beurteilung des Stenosegrades gezeigt.Die Treffsicherheit zwischen den Befunden der Angiographie und den Ergebnissen der direkten Beschallung der A.Carotis ist hinreichend genau.Somit kann die Indikation zur angiographischen Darstellung der Gefäße enger gestellt werden.Unmittelbar mit der Angiographie verbundene Komplikationen als auch die Entstehung einer akuten Thrombosierung aus einer kritischen Stenose,die besonders häufig (17,2%) nach direkter Arterienpunktion auftritt,kann somit vermieden werden.
Jedoch muß beachtet werden,daß die Doppler-Sonographie zur Differenzierung von subtotalen Stenosen gegenüber Verschlüssen und zum Nachweis von Tandemstenosen weniger geeignet ist (12). In diesen Fällen ist eine Angiographie weiterhin gerechtfertigt,ferner sollte sie bei multilokulären Gefäßprozessen zur Darstellung der intrakraniellen Gefäßsituation durchgeführt werden (1).
Die Computertomographie stellt insbesondere bei alleiniger UDS Darstellung der extrakraniellen Gefäßsituation eine wichtige Ergänzungsuntersuchung in der präoperativen Diagnostik dar.Hierdurch ist zwar eine direkte Darstellung der intracerebralen Gefäßsituation nicht möglich,jedoch können die Folgen von arteriosklerotischen Prozessen wie Gewebsuntergang,Ödeme nachgewiesen werden.Ferner können sowohl frische hämorrhagische oder ischämische Infarkte als auch Tumoren,Aneurysmen etc dargestellt werden,die für das weitere therapeutische Vorgehen von Bedeutung sind (2).
Die postoperativen neurologischen Komplikationsraten

sind abhängig von: --Vorhandensein eines kontralateralen Verschlusses
--Von einer Vertebralisbeteiligung
--Von einer Tandemstenose der zu operierenden Seite
--Und besonders von der chirurgischen Technik

Die Patienten, die auf alleiniger Grundlage der UDS-Diagnostik operiert worden sind, wiesen kein erhöhtes postoperatives Komplikationsrisiko auf. Mit zunehmender Erfahrung und der weiteren technischen Entwicklung der Doppler-Sonographie wird sich das Anwendungsgebiet in Zukunft noch erweitern. Es wird nicht nur ein Screening-Verfahren mit der Indikationsstellung zur Angiographie bleiben, sondern selbst die Grundlage für die Operationen an den extrakraniellen Gefäßen sein (25).

Literaturverzeichnis

1) Aulich A.,Hennerici M.,Sandmann W.:
Indikation zur Angiographie der extra- und intrakraniellen Gefäße heute,
in: K.E. Loose,D.A. Loose:Gefäß-Patient-Therapie
Baden-Baden (1980)

2) Aulich A.,Fenske A.:
Das Computer-Tomogramm des Schlaganfalles
Akt. Neurol.4:129 (1977)

3) Berguer R.,Hwang N.H.C.:
Critical Arterial Stenosis:A Theoretical and Experimental Solution
Ann. Surg.180:39(1974)

4) Büdingen H.J.,von Reutern G.M.,Freund H.J.:
Die Differenzierung der Halsgefäße mit der direktionellen Doppler-Sonographie
Arch. Psychiat.222:177 (1976)

5) Büdingen H.J.,Hennerici M.,Voigt K.,Kendel K., und Freund H.J.:
Die Diagnostik von Stenosen oder Verschlüsse der A.carotis interna mit der direktionellen Ultraschall-Doppler-Sonographie der A. supratrochlearis
Dtsch. Med. Wschr.101:269 (1976)

6) Courbier R.,Reggi M.,Jausseran J.M.:
Exploration of Carotid Artery and Vessels of the Neck by Doppler Techniques
in:Noninvasive Cardiovascular Diagnosis Current Concepts
Ed. by Diethrich E.D. Baltimore (1978)

7) Deck M.D.F.:
Radiologic Examination of Patients with Stroke
Postgraduate Medicine 59:123 (1976)

8) Denck H.:
Technische und indikatorische Fehler bei Eingriffen an der Arteria carotis und Arteria subclavia
Angio 4,2:209 (1980)

9) Fields W.S.:
Selection of Patients with Ischemic Cerebrovascular Disease for Arterial Surgery
World J. Surg. 3:147 (1979)

10) Flanigan D.P.,Tullis J.P., Streeter V.L.,Whitehouse W.M.,Fry W.J., Stanley J.C.:
Multiple Subcritical Arterial Stenoses: Effect on Poststenotic Pressure and Flow
Ann. Surg. 186:663 (1977)

11) Hass W.K.,Fields W.S., North R.R., Kricheff I.I., Chase N.E., Bauer R.B.:
Joint Study of Extracranial Arterial Occlusion II. Arteriography, Techniques,Sites,and Complications
JAMA 203:961 (1968)

12) Hennerici M.,Aulich A.,Rohde N.,Sandmann W.:
Die Continuous-Wave (CW)Ultraschall-Dopplersonographie ein wertvolles nichtinvasives Verfahren zur Diagnose von Gefäßerkrankungen der hirnversorgenden Arterien
unveröffentlichter Beitrag Symposium Gefäßchirurgie-Diagnostik und Therapie Düsseldorf (1980)

13) Hennrici M.,Aulich A.,Sandmann W.:
Neue Aspekte in der Diagnostik und Therapie von Gefäßprozesse bei zerebralen Durchblutungsstörungen nach Einführung der Doppler-Sonographie
in: Gefäß-Patient-Therapie Herausgegeben von Loose K.E.,Loose D.A. Baden-Baden (1980)

14) Hennrici M.,Aulich A., Sandmann W.:
Der Wert der Dopplersonographie für Prognose und Therapie schlaganfallgefährderter Patienten
Angio 3,2:151 (1980)

15) Hobson R.W.,Rich N.M., Wright C.B.,Fedde C.W.:
Operative Assessment of Carotid Endarterectomy:Internal Carotid arterial Back Pressure,Carotid Arterial Blood Flow,and Carotid Arteriography
Am. Surg. :603 (1975)

16) Jarrett F.,Barriga P.J.,Turnipseed W.,Berkott H.A.,Crummy A.B.:
Comparison of Carotid Echo Doppler Scanning with Arteriography
in:Noninvasive Cardiovascular Diagnosis Current Concepts
Ed. by Diethrich E.B. Baltimore (1978)

17) Keller H.M.,Schubiger O.,Krayenbühl C.,Zumstein B.:
Cerebrovascular Doppler Examination and Cerebral Angiography-
Alternative or Complementary?
Neuroradiology 16:140 (1978)

18) Kremer K.,Sandmann W., Hennrici M.:
Operationsindikation,chirurgische Technik und Hämodynamik supra-
aortischer Arterienerkrankungen
Wien Med. Wochenschr. 16:506 (1978)

19) Lange J.,Reimer F.,MaurerP.C.,Friedrich B.:
Wert der Ultraschall-Doppler-Sonographie als Screeningmethode
in der Karotischirurgie
in:Gefäß-Patient-Therapie Herausgegeben von Loose K.E.,Loose D.A.
Baden-Baden (1980)

20) Lye C.R.,Sumner D.S., Strandness D.E.;
The accuracy of the supraorbital Doppler examination in the
diagnosis of hemodynamically significant carotid occlusive disease
Surgery 79:42 (1976)

21) McDonald P.T.,Rich N.M.,Collins G.J.,Andersen C.A.,Kozloff M.L.:
Doppler Cerebrovascular Examination,Oculoplethysmography,and
Ocular Pneumoplethysmography
Arch. Surg. 113:1341 (1978)

22) May A.G.,Van De Berg L.,DeWeese J.A.,Rob C.G.:
Critical arterial stenosis
Surgery 54:250 (1963)

23) Müller H.R.:
Direktionelle Doppler-Sonographie der Arteria frontalis
medialis
Zschr. EEG-EMG 2:24 (1971)

24) Natali J.:
Resultats a cinq ans de la chirurgie des stenoses carotidiennes
Acta Chirurgica Belgia 2:73 (1979)

25) Reimer F.,Wernheimer D.,Friedrich B.,Lange J.,Maurer P.C.,Becker H.M.:
Extrakranielle Karotisstenosen und ihre sonographische Diagnose
Med. Klin. 75:32 (1980)

26) Rendl K.H.,Paulowitz H.P.:
Zur direktionalen indirekten Doppler-Ultraschallsonographie der Artria carotis
Wien Med. Wochenschr. 24:764 (1978)

27) Von Reutern G.M.,Büdingen H.J.,Hennerici M.,Freund H.J.:
Diagnose und Differenzierung von Stenosen und Verschlüssen der Arteria carotis mit der Doppler-Sonographie
Arch. Psychiat. Nervenkr.222:191 (1976)

28) Thompson J.E.,Talkington C.M.:
Carotid Endarterectomy
Ann. Surg. 184:1 (1976)

29) Thompson J.E.:
Complications of Carotid Endarterectomy and Their Prevention
World J. Surg. 3:155 (1979)

30) Thompson J.E.:
Cerebrovascular Insufficiency
in:Vascular Surgery Principles & Techniques ed. by Haimovici H.
New York (1976)

31) Zimmermann V.,Lincke H.D.,Trempenau B.:
Zur Doppler-Sonographie der extrakraniellen Abschnitte der Hirnarterien
Tempo Medical 5: 11 (1980)

32) Zwiebel W.,Turski P.,Strother C.,Crummy A.,Sackett J.,Barriga P.:
Doppler Ultrasound Evaluation of Extracranial Cerebrovascular Disease
Neuroradiology 16:145 (1978)

L e b e n s l a u f

Name:	Franziska Raff
geboren	
am:	30.11.1955
in:	Bukarest/Rumänien
Nationalität:	deutsch
Familienstand:	ledig
Schulbildung:	1961 - 1965
	Grundschule
	1965 - 1974
	Städtisches Lise-Meitner-Gymnasium,
	Düsseldorf
	Abitur am 6.6.1974
Studium:	WS 1974/75
	Universität Düsseldorf
	Geschichte und Philosophie
	SS 1975 - SS 1981
	Universität Düsseldorf
	Medizin
Examina:	Ärztliche Vorprüfung März 1977
	1. Staatsexamen März 1978
	2. Staatsexamen März 1980
	3. Staatsexamen Mai 1981
Approbation:	Juni 1981
beruflicher Werdegang:	Assistenzärztin für Anästhesie
	Marienhospital Düsseldorf
	1.10.1981 - heute